

O Uso de Métodos Estatísticos na Gestão

Ao usar a estatística em gestão, tem-se por finalidade aplicar métodos estatísticos como parte da vantagem estratégica quantitativa de ser palpável, visível, manipulável referindo-se à prevenção de ocorrências, de melhoramento dos produtos e serviços e da redução dos custos, baseando-se no materialismo dentro do entendimento pela denominação de Gestão da Qualidade, intrinsecamente aos aspectos físicos, definido na página 25 em “Evolução da Qualidade” (Bravo, 2007).

A qualidade recebe também essa mesma denominação em alguma análise formal, ao se referir a aspectos materiais, podendo, significar então, a perfeição na seleção e montagem de instrumentos, como acontece, por exemplo, no campo tecnológico. A tecnologia concretiza a capacidade humana de inventar instrumentos capazes de solucionar os problemas colocados à vista em forma de dados. Sua elaboração sofisticada, em nível estatístico, por exemplo, usando técnicas apuradas de manuseio e inventando outras novas, seria uma demonstração de qualidade (Demo, 1988, p. 15-18).

Faz-se notar, quando a qualidade é deslocada para os processos, todos na organização têm que se envolver no processo e se responsabilizar por ela. Em uma organização poderá haver centenas de proces-

sos e a qualidade deve ser construída em cada um, num trabalho organizado. Não existem atalhos para se obter qualidade em um processo. O conceito de processo se estende por toda a organização independente de sua atividade.

Um processo estruturado para a solução de ocorrências, usando técnicas gráficas, produz melhores soluções que um processo desordenado. As técnicas gráficas de solução de ocorrências levam, a saber, onde estão as variações, qual a importância relativa da ocorrência a ser resolvida e se as mudanças efetuadas têm tido o impacto desejado. Toda organização que utiliza técnicas gráficas para análise de ocorrências valem-se do que a estatística nos pode ser útil ao quantificar as ocorrências.

O gestor conta também com o auxílio da informática para sua gestão em uma organização, dispondo de uma variedade de software para a implantação e acompanhamento do controle estatístico do processo, e para acompanhamento das melhorias e/ou inovações que o projeto e/ou programa venha a recomendar.

Normalmente esses meios são destinados àquelas organizações que já dispõem de equipamentos de informática ou estão em vias de informatização.

Dentro destes softwares para Controle Estatístico do Processo (CEP), destacam-se as técnicas gráficas para acompanhamento de ocorrências como Folha de Verificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Estratificação, Histograma, Diagrama de Dispersão e Gráfico de Controle entre outras, que são variáveis conforme as versões dos softwares disponíveis no mercado, podendo ainda disponibiliza-los na versão on-line, sendo ligados diretamente a equipamentos no local do processo para o acompanhamento.

Já discutiremos sobre a utilização de alguns métodos estatísticos existentes no Capítulo 5, página 91 (Bravo, 2007). Para ampliar, o gestor terá contato no uso do Histograma, do Diagrama de Dispersão e do Gráfico de Controle, que lhe fornecerá um conteúdo básico para condução de sua atividade.

Histograma

O histograma é um tipo de gráfico que mostra a distribuição daquilo que você está medindo. A frequência de ocorrência de qualquer medida é representada pela altura das colunas verticais no gráfico. Um histograma típico aparece na Figura 1 abaixo:

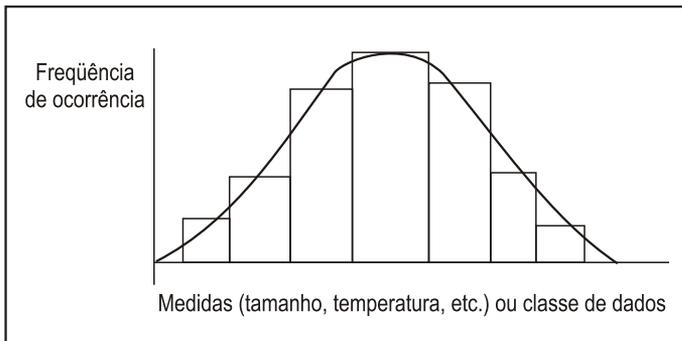


Figura 1. Histograma típico com curva normal.

O formato ou contorno formado pelos cima das colunas tem um significado especial. Esse formato pode ser associado com distribuições estatísticas que poderão, por sua vez, ser analisadas com instrumentos matemáticos. Uma distribuição normal faz que a distribuição tenha um formato de “sino”, e é frequentemente chamada de “curva em formato de sino”.

Os histogramas são usados porque ajudam a resumir dados e contam uma história que, de outro modo, seria comprida e, em forma de narração,

menos eficaz. Tem também formato padronizado, prestando-se, assim, a um alto grau de comunicação entre seus usuários.

Por isso observe o espalhamento na Figura 2, em que quanto mais espalhado é o histograma, mais variável é o processo. Se existem especificações, o histograma deve ficar dentro dos limites especificados.

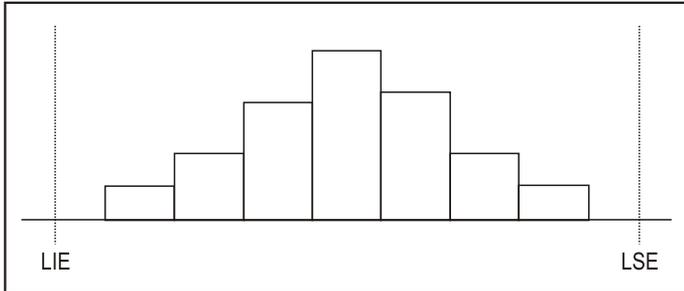


Figura 2. Limites de Especificação em Histograma.

LIE: Limite Inferior de Especificação.

LSE: Limite Superior de Especificação.

Muita atenção! Veja se o histograma está centrado na média do processo. Se não estiver, o processo precisa de ajuste (Figura 3).

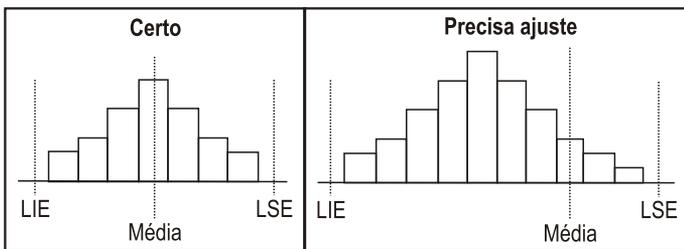


Figura 3. Posição da média dentro do Histograma.

Não devem existir “Picos Gêmeos” como mostra a Figura 4, se isso acontecer, procure a causa de sua ocorrência.

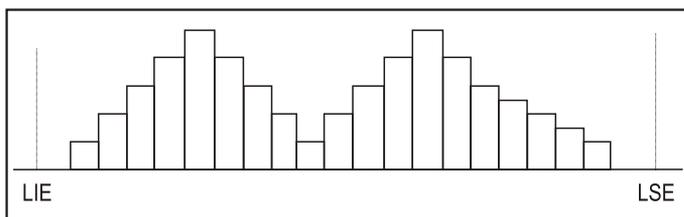


Figura 4. Dois Histogramas em uma mesma tomada de observação.

Com base em um longo histórico de experiência na análise de observação de acontecimentos da natureza, atividades de pessoas e operações de máquinas, descobriu-se que operações repetitivas dão resultados levemente diferentes. Algumas vezes essas diferenças são significativas e outras, não; um histograma ajuda a determinar o significado.

O número de classes é importante, pois determinará a utilidade do histograma. O caso extremo de haver uma classe resulta na colocação de todos os dados em uma única classe. Nada se ganha com um tal histograma. O extremo oposto é haver tantas classes que não mais de uma ou duas observações estarão agrupadas em uma classe. Aqui, mais uma vez, o histograma não terá valor algum; não atingiu a finalidade de resumir a informação.

Para guiar na decisão sobre o tamanho de classe adequada é só observar o sugerido na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Recomendação de Intervalos de Classe por Número de Observações.

Valores recomendados para (k)	
Número de Observações (n)	Número Apropriado de Classes (k)
31 a 50	5 a 7
51 a 100	6 a 10
101 a 250	7 a 12
Acima de 250	10 a 20

Como chegar a um número específico de classes de acordo com o sugerido pela tabela? O procedimento para selecionar um número específico de classes é aquele que resulta em um intervalo de classe que será conveniente para usar.

Considere para isso o exemplo a seguir e seus passos, onde uma escola rural de um sistema de ensino apresenta em determinado período do ano um certo número de faltas significativa pelos alunos, como mostra a Tabela 2, quando à média referencial é 5 (cinco) faltas, sem especificação dos limites, pois o ideal seria zero de faltas.

Tabela 2. Faltas Periódicas na Escola Rural.

11	18	23	23	36
28	37	07	42	13
30	24	24	20	29
21	15	17	35	27
36	24	27	26	33
34	11	43	25	31
26	16	21	20	27
32	46	23	25	45
27	28	34	29	32
28	38	29	31	32

• **Faça uma Tabela de Distribuição de Freqüência:**

- ⇨ **1º Passo:** Conte o número (n) de dados coletados (n = 50)
- ⇨ **2º Passo:** Calcule a amplitude (R), isto é, a diferença entre o maior e o menor dado. (R = 46 - 07) (R = 39)
- ⇨ **3º Passo:** Escolha o número (k) de classes (veja a Tabela 1, na p. 5)

⇒ **4º Passo:** Ache os intervalos de classe pela fórmula: $\frac{R}{k}$, mas arredonde para o inteiro mais próximo.

$$\frac{R}{k} = \frac{39}{7} = 5,5714 \approx 6$$

⇒ **5º Passo:** Determine os extremos da 1ª classe [07 | — (+6) = 13]

⇒ **6º Passo:** Defina as demais classes de maneira similar

Tabela 3. Distribuição da Frequência de faltas Periódica na Escola Rural.

Número de Classes	Classes	Ponto Médio	Marcar as Frequências	Frequências
1	07 —13	10	///	3
2	13 —19	16	////	5
3	19 —25	22	///// /////	10
4	25 —31	28	///// ///// /////	15
5	31 —37	34	///// ///// /	11
6	37 —43	40	///	3
7	43 —49	46	///	3

• **Construa o Histograma**

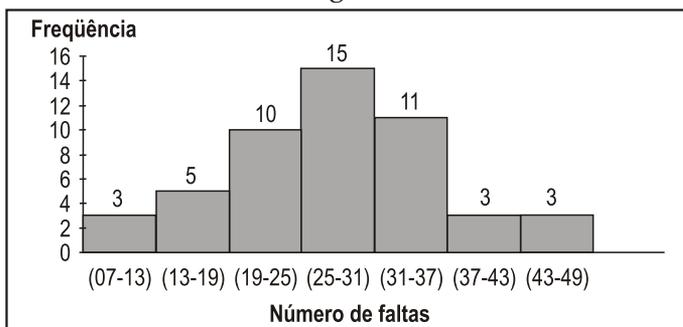


Figura 5. Histograma de faltas Periódicas na Escola Rural.

Interpretando o gráfico, podemos afirmar tratar-se de um histograma de curva normal, e em formato de sino.

Quanto à análise da situação colocada, por tratar-se de uma escola rural a organização escolar haverá de ser própria, incluindo adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas. Ao promover as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, deverá ser incluído nesta os conteúdos curriculares e metodologias apropriadas às reais necessidades e interesses dos alunos do meio rural.

Diagrama de dispersão

O diagrama de dispersão é utilizado para estudar a possível relação entre duas variáveis e também para se verificar uma possível relação de causa e efeito. Isto não prova que uma variável afete a outra, mas torna claro se uma relação existe e em que intensidade.

O diagrama de dispersão é construído de forma que o eixo horizontal (eixo x) represente os valores medidos de uma variável e o eixo vertical (eixo y) represente as medições da segunda variável. Um diagrama de dispersão típico possui o aspecto da Figura 6.

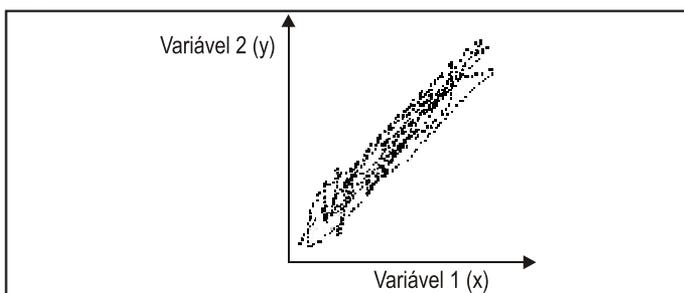


Figura 6. Diagrama de Dispersão.

Abaixo estão as várias formas e significados que o diagrama de dispersão pode ter:

- **Correlação Positiva Forte** (Figura 7) - Um aumento em (x) implica de um aumento em (y). Se (x) é controlado, (y) estará naturalmente controlado. Ex: altura / peso e treinamento / desempenho

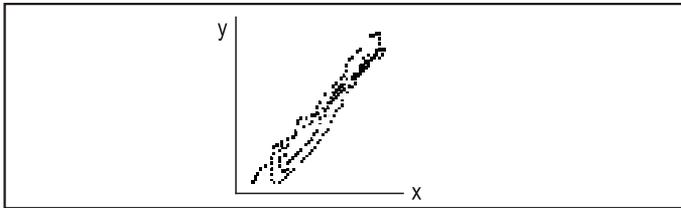


Figura 7. Correlação Positiva Forte.

- **Correlação Positiva Fraca** (Figura 8) - Se (x) é aumentado, (y) aumentará um pouco, mas existem outras causas além de (x).

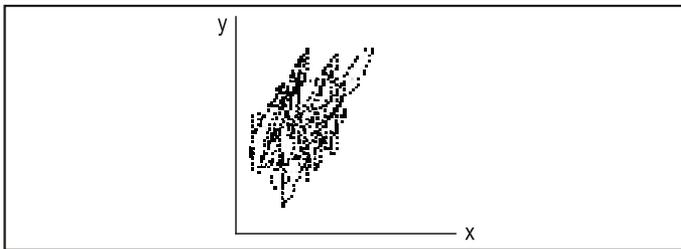


Figura 8. Correlação Positiva Fraca.

- **Nula** (Figura 9) - Não há correlação

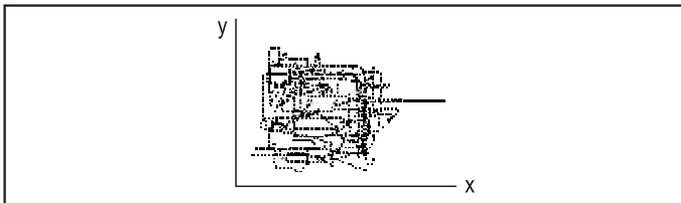


Figura 9. Não existe Correlação (nula).

- **Correlação Negativa Fraca** (Figura 10) - Um aumento em (x) causará uma tendência de decréscimo em (y). Ex: qualidade / reclamação e treinamento / rejeição

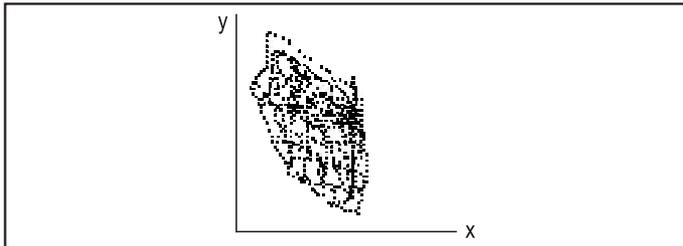


Figura 10. Correlação Negativa Fraca.

- **Correlação Negativa Forte** (Figura 11) - Um aumento em (x) mostra um decréscimo em (y). Assim como no item (correlação positiva), (y) pode ser controlado por meio de (x).

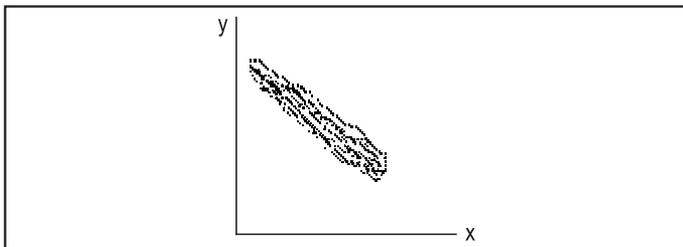


Figura 11. Correlação Negativa Forte.

Observações importantes a serem feitas:

- a. Para julgar a correlação observe a direção e a dispersão dos pontos.
- b. Uma correlação negativa é tão importante quanto uma correlação positiva.
- c. O Diagrama de Dispersão mostra correlação entre variáveis, mas não prova relação de Causa e Efeito.

Gráfico de controle

A Figura 12 mostra-nos a interpretação do gráfico de dispersão também conhecida como carta de controle, que é um gráfico de acompanhamento com uma linha superior (Limite Superior de Controle) e uma linha inferior (Limite Inferior de Controle) em cada lado da linha média do processo, todos estatisticamente determinados.

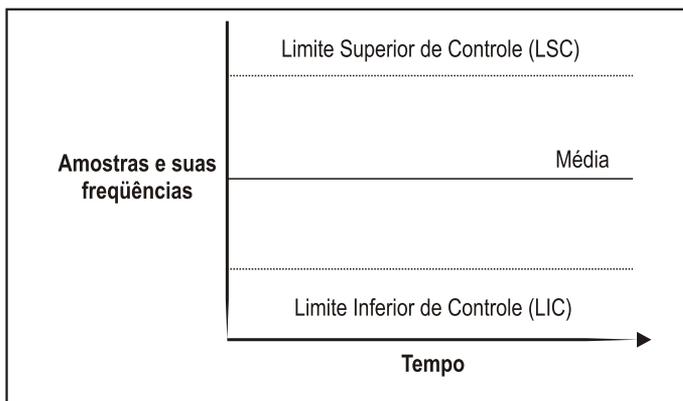


Figura 12. Gráfico de Acompanhamento dos Limites de Controle.

Antes, porém, cabe ressaltar, que os cálculos dos limites de controle do gráfico de controle será explicitado mais à frente, em exemplo prático a partir da página 12.

Os limites são determinados, considerando-se a operação normal da atividade a ser analisada e/ou processo. Podem-se anotar as médias das amostras na folha de verificação se os pontos estão fora dos limites de controle ou se formam padrões “não definidos”. Se qualquer desses casos ocorrer, o processo é dito “fora de controle”.

O flutuar dos pontos, dentro dos limites de controle, resulta da variação intrínseca ao processo. Isto ocorre em razão das causas comuns dentro do sistema (ex: projeto, equipamento, manutenção

preventivas etc.) e somente pode ser alterado por uma mudança no próprio sistema. Eventualmente, pontos caem fora dos limites de controle e refletem causas especiais (ex: ocorrências por mão-de-obra, acidentes, etc.), que não são ocorrências originais do processo. Estas causas devem ser eliminadas antes de serem utilizadas as cartas de controle na monitoração. Depois de feito isto, o processo estará “sob controle” e podem ser tiradas amostras em intervalos regulares para termos certeza de que o processo não sofre mudanças fundamentais (Brassard, 1985, p. 51-55).

Lembre-se: “Controle” não significa necessariamente que o produto ou serviço atenderá suas expectativas. Significa apenas que o processo é *consistente* (pode ser consistentemente ruim) veja na Figura 13.

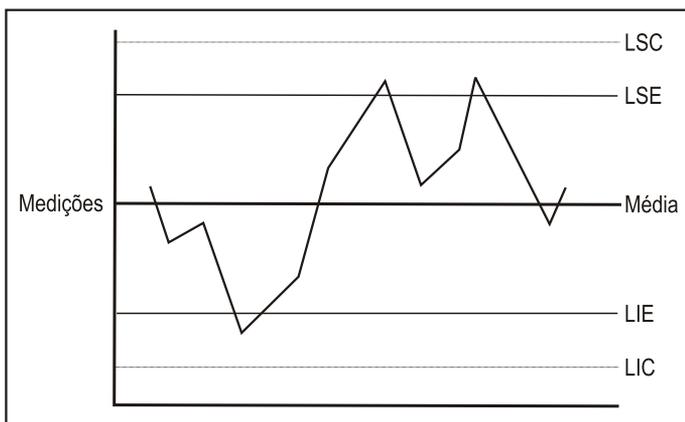


Figura 13. Representação Gráfica da Carta de Controle.

O processo acima está controlado, mas não é capaz de atender às especificações, a não ser que melhore o processo ou mude as especificações. Lembra-se apenas que especificações é algo que espera atingir e limites de controle é aquilo que o processo pode fornecer com consistência. Deve ser salientado

que as cartas de controle normalmente mostram apenas os limites de controle (não os limites de especificações). O exemplo acima é somente para fins ilustrativos.

Interpretação das cartas de controle

O processo é dito “fora de controle” se:

- a. Um ou mais pontos caem fora dos limites de controle;
- b. Quando você divide a carta de controle em zonas como mostra a Figura 14.

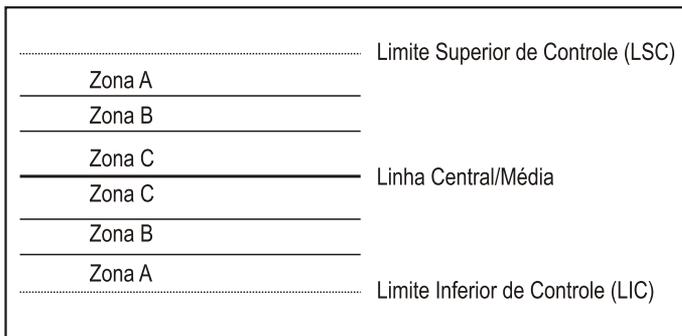


Figura 14. Interpretação da Carta de Controle.

Deve-se observar e investigar o que mudou e, possivelmente, efetuar ajustes no processo, se ocorrerem:

- Dois pontos, em três sucessivos, de um mesmo lado da linha central, na Zona **A** ou acima desta;
- Quatro pontos, em cinco sucessivos, de um mesmo lado da linha central, na Zona **B** ou acima desta;
- Nove pontos sucessivos de um mesmo lado da linha central;
- Seis pontos consecutivos ascendentes ou descendentes;

- Quatorze pontos numa série alternando para acima e para baixo;
- Quinze pontos numa série dentro da Zona C (acima e abaixo da linha central).

Gráfico “ \bar{X} ” e “R”

Para variáveis quantitativas como peso, comprimento e tempo, tome “k” amostras e calcule:

1. A média de cada amostra:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

2. A amplitude de cada amostra:

$$R = X_{\text{máx.}} - X_{\text{mín.}}$$

3. A média das médias das amostras que é a média do processo:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}$$

4. A média das Amplitudes:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}$$

5. Os limites de controle para a média:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

(o valor de A_2 é dado na Tabela 4)

6. Os limites de controle para a amplitude:

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

(os valores de D_4 e D_3 são dados na Tabela 4).

Tabela 4. Fatores de Correção para Gráficos \bar{X} e R.

N	A_2	D_3	D_4
2	1,880	0	3,267
3	1,023	0	2,574
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,114
6	0,483	0	2,004
7	0,419	0,0763	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Fonte: Follado e Ragazzi (1993).

- **Exemplo:** tomando os tempos variáveis de uma semana de percurso (residência - escola - residência) de quatro professores do meio rural.

⇒ **1º Passo:**

Tabela 5. Tempos de Percurso dos Professores.

Professores	Dia da Semana				
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
Ricardo	65	60	75	65	75
Vera	65	65	80	60	65
Paulo	75	85	80	65	60
Tânia	65	70	65	70	80
\bar{X}	67,5	70	75	65	70
R	10	25	15	10	20

⇒ **2º Passo:**

\bar{X}	69,5	$\bar{R} = 16$	$n = 4$
-----------	------	----------------	---------

⇨ 3º Passo:

$LSC_{\bar{x}} = 69,5 + 0,729 \cdot 16 = 81,164$

$LIC_{\bar{x}} = 69,5 - 0,729 \cdot 16 = 57,836$

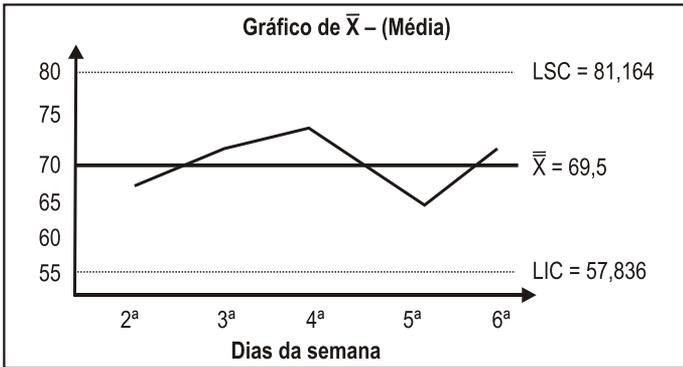


Figura 15. Carta de Controle Gráfico " \bar{X} " do exemplo.

⇨ 4º Passo:

$LSC_R = 2,282 \cdot 16 = 36,512$

$LIC_R = 0$

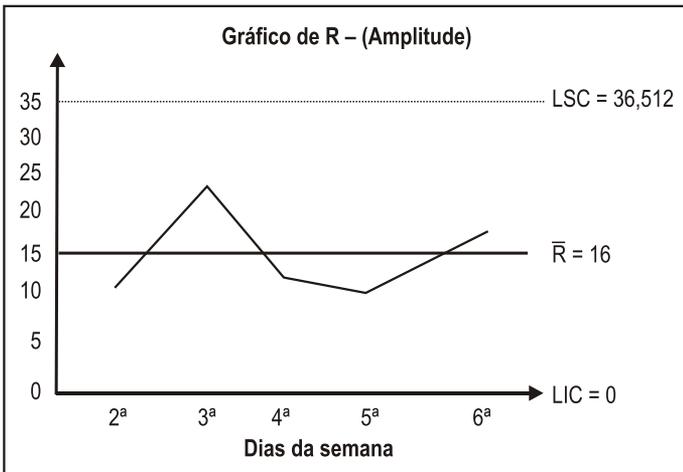


Figura 16. Carta de Controle para o Gráfico "R" do exemplo.

Ao analisar os gráficos de controle do tempo de percurso dos professores, podemos dizer apenas que o processo é consistente, isso não significa necessariamente que atende as expectativas pessoais dos envolvidos.

Gráfico "C"

Para o número de ocorrências em amostras do mesmo tamanho, tomando "k" amostras para calcular:

1. O número médio de ocorrências.

$$\bar{C} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de ocorrências}}{k}$$

2. Os limites de controle.

$$\text{LSC} = \bar{C} + 3 \sqrt{\bar{C}}$$

$$\text{LIC} = \bar{C} - 3 \sqrt{\bar{C}}$$

- Exemplo: Em uma escola o número de ocorrência de indisciplina em uma semana é mostrado na Tabela 6, para uma amostra de 100 alunos.

⇨ 1º Passo:

Tabela 6. Ocorrência de Indisciplina.

Dias da Semana	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
Ocorrências	9	8	10	9	12

⇨ 2º Passo:

$$\bar{C} = \frac{9 + 8 + 10 + 9 + 12}{5} = 9,6$$

⇨ 3º Passo:

$$\text{LSC} = 9,6 + 3 \sqrt{9,6} = 19,89$$

$$\text{LIC} = 9,6 - 3 \sqrt{9,6} = 0,30$$

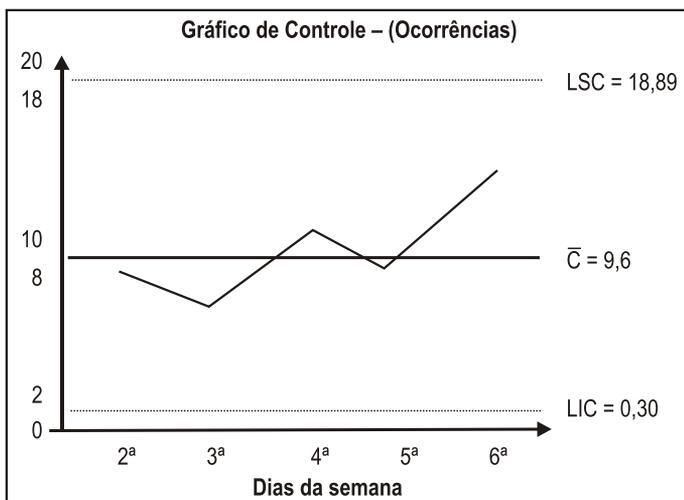


Figura 17. Carta de Controle para o Gráfico “C” do exemplo.

O exemplo mostra que o processo é consistente, isso significa que para atender as expectativas será necessário que a unidade educacional institucionalize um projeto objetivando a melhoria do apresentado.

Como podemos ver a contribuição da estatística é muito grande para o gestor não só enquanto ciência fornecendo uma variedade de métodos que facilitam o seu dia-a-dia na condução de sua atividade, mas também, com um conteúdo metodológico interpretativo dos resultados obtidos e análises mostrando as tendências de uma determinada situação.

Referências

- BRASSAD, M. *The Memory Jogger*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1985.
- BRAVO, I. *Gestão de Qualidade em Tempos de Mudanças*. 2. ed. rev. ampl. Campinas: Alínea, 2007.
- DEMO, P. *Avaliação Qualitativa*. São Paulo: Cortez, 1988.
- FOLLEDO, M.; RAGAZZI, S. *Estatística Básica Aplicada*. Campinas: IMECC/UNICAMP, 1993.